

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

Generate Collection

Print

L3: Entry 25 of 103

File: JPAB

Jun 5, 2001

PUB-NO: JP02001152246A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001152246 A

TITLE: METHOD FOR PRODUCING STEEL FOR PLASTIC MOLDING DIE EXCELLENT IN TOUGHNESS,
MIRROR FINISHING PROPERTY AND MACHINABILITY

PUBN-DATE: June 5, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

FUJIMATSU, TAKESHI

TSUJII, NOBUHIRO

INT-CL (IPC): [C21 D 6/00](#); [B29 C 33/38](#); [C22 C 38/00](#); [C22 C 38/16](#); [C22 C 38/60](#)

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing steel for a plastic molding die excellent in toughness, mirror finishing properties and crimping properties and moreover excellent in a machinability.

SOLUTION: In this method for producing steel for a plastic molding die, steel containing, by weight, 0.01 to 0.20% [C](#), $\leq 1.0\%$ [Si](#), 0.5 to 2.5% [Mn](#), 1.5 to 3.5% [Ni](#), 0.3 to 2.5% [Cu](#), 0.3 to 1.5% [Al](#), ≤ 15 ppm O, ≤ 150 ppm N, and the balance Fe is hot-worked, is cooled to ≤ 1173 K at a cooling rate of 0.5 to 10 K/s to a lower [bainitic](#) region, is held at ≥ 1.8 Ks and is thereafter subjected to again treatment at 723 to 873 K. Moreover, the steel may contain 0.01 to 0.30% S, $\leq 0.3\%$ Pb, $\leq 0.3\%$ Bi, $\leq 0.3\%$ Se, $\leq 0.3\%$ Te, $\leq 0.005\%$ Zr, $\leq 0.01\%$ B, $\leq 0.02\%$ Ca, 0.05 to 0.04% [Cr](#), 0.1 to 1.0% Mo, $\leq 0.5\%$ W, 0.6% [V](#), 0.6% Ti and $\leq 0.6\%$ Nb as well.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-152246

(P2001-152246A)

(43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)

| (51) Int.Cl. | 識別記号 | F I | テームト (参考) |
|-----------------------------|-------|---------------|-------------|
| C 2 1 D 6/00 | | C 2 1 D 6/00 | L 4 F 2 0 2 |
| B 2 9 C 33/38 | | B 2 9 C 33/38 | |
| C 2 2 C 38/00 | 3 0 1 | C 2 2 C 38/00 | 3 0 1 H |
| 38/16 | | 38/16 | |
| 38/60 | | 38/60 | |
| 審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願平11-331044

(22) 出願日 平成11年11月22日 (1999. 11. 22)

(71) 出願人 000180070

山陽特殊製鋼株式会社

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

(72) 発明者 藤松 威史

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

山陽特殊製鋼株式会社内

(72) 発明者 辻井 信博

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

山陽特殊製鋼株式会社内

(74) 代理人 100074790

弁理士 椎名 強

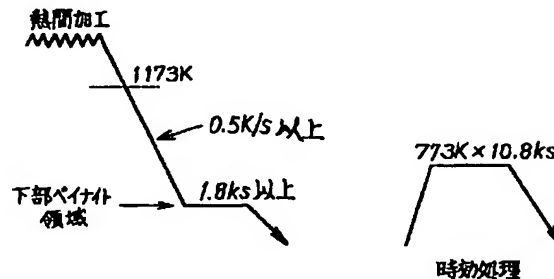
Fターム (参考) 4F202 AJ02 CA11 CB01 CD18 CD22

(54) 【発明の名称】 靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 靱性、鏡面仕上げ性、シボ加工性に優れるとともに被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法の提供。

【解決手段】 重量割合で、C:0.01~0.20%、Si:1.0%以下、Mn:0.5~2.5%、Ni:1.5~3.5%、Cu:0.3~2.5%、Al:0.3~1.5%、O:15ppm以下、N:150ppm以下残部Feからなる鋼を熱間加工後、1173K以下を0.5K/s~10K/sの冷却速度で下部ベイナイト領域まで冷却して1.8Ks以上の保持を行った後、723K~873Kの温度で時効処理を行うプラスチック成形金型用鋼の製造方法。さらに、S:0.01~0.30%、Pb:0.3%以下、Bi:0.3%以下、Se:0.3%以下、Te:0.3%以下、Zr:0.005%以下、B:0.01%以下、Ca:0.02%以下、Cr:0.05~4.0%、Mo:0.1~1.0%、W:0.5%以下、V:0.6%、Ti:0.6%、Nb:0.6%以下を含有してもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量割合で、

C:0.01~0.20%、

Si:1.0%以下、

Mn:0.5~2.5%、

Ni:1.5~3.5%、

Cu:0.3~2.5%、

Al:0.3~1.5%、

O:15ppm以下、

N:150ppm以下、

残部Feおよび不可避免的不純物からなる鋼を熱間加工後、1173K以下を0.5K/s以上の冷却速度で下部ベイナイト領域まで冷却して、その領域で1.8Ks以上の保持を行った後、723K~873Kの温度で時効処理を行うことを特徴とする靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

【請求項2】 さらに重量割合で、S:0.01~0.30%、Pb:0.3%以下、Bi:0.3%以下、Se:0.3%以下、Te:0.3%以下、Zr:0.005%以下、B:0.01%以下、Ca:0.02%以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

【請求項3】 さらに重量割合で、Cr:0.05~4.0%、Mo:0.1~1.0%、W:0.5%以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1または2に記載の靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

【請求項4】 さらに重量割合で、V:0.6%、Ti:0.6%、Nb:0.6%以下のうち1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~3に記載の靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラスチック部品およびプラスチック製品を成形する金型用鋼の製造方法に関し、詳しくはプラスチックの射出成形等の金型用鋼であって、さらに靱性、鏡面仕上げ性、シボ加工性に優れた特性を示すとともに切削加工等における被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、プラスチック部品およびプラスチック製品成形用の金型は自動車部品をはじめ、事務機器部品、精密機械部品、電気部品、光学機器部品などに至るまで、種々の部品、製品を製造するために鏡面加工やシボ加工が加えられ使用されている。また、最近のプラスチック成形金型用鋼の分野においては射出成形サイクルの短縮により、金型の使用環境が過酷化しており、ま

た金型寿命向上の観点からもさらに靱性に優れたプラスチック成形金型用鋼が要求されるようになってきている。

【0003】一方、光学レンズや注射器をはじめとする医療機器等の透明なプラスチック製品などではその表面は極めて平滑であることが求められ、その成形に用いる金型用鋼は高度な鏡面仕上げ性が要求されている。さらに、最近のプラスチック成形金型用鋼の分野において金型製作費の比率上昇に伴い、金型製作の簡便化、切削工具寿命延長による低コスト化、高精密化等の厳しい条件が求められるようになってきており、金型用鋼においてはさらに優れた被削性が要求されている。また、金型製作費に占める材料コストの低減のため、より安価なプラスチック成形金型用鋼が望まれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の技術における上記の課題に鑑みてなされたものであり、靱性、鏡面性および被削性に優れた安価なプラスチック成形金型用鋼の製造方法を提供することを目的としている。従来の析出硬化系のプラスチック成形金型用鋼においては、被削性を重視して上部ベイナイトを主体とする基地組織を有するため、靱性に劣るという問題があった。また、析出硬化系プラスチック金型用鋼は、通常は熱間加工し、溶体化後に時効処理が施されている。しかしながら、上記熱処理工程では熱間加工後に再度加熱を行うことになり、コストアップとなっている。

【0005】例えば、特開平7-278737号公報にはプラスチック成形用鋼において靱性向上を達成するために、基地組織を靱性の高い下部ベイナイトに調整するという提案がなされている。また、特開昭63-162811号公報には熱処理工程において再加熱を省略することにより、製造コストを低減するとともにマルテンサイトの生成を抑制してベイナイト組織にすることによりシボ加工性を改善するという提案もある。

【0006】このように、従来技術において、上記の特開平7-278737号公報はオーステナイト領域加熱後、下部ベイナイト領域へ冷却することで靱性に優れた基地組織を得るものであるが、下部ベイナイト領域での保持が考慮されていないため鋼材全体の下部ベイナイト化が未だ十分でない。また、熱間加工後に改めて溶体化処理を行うため、製造費用が高くなるという問題がある。また、上記の特開昭63-162811号公報では973~1173Kで10~40%の熱間加工を行った後、723~823Kの温度範囲で1~100時間保持することにより、マルテンサイト化を抑制して基地をベイナイト組織とすることでシボ加工性を改善するとともに時効処理を同時に達成し、再加熱省略による製造コストの低減を図っている。しかしながら基地のベイナイト化と時効処理を兼ねるよう723~823Kの範囲で熱処理を行うため、上部ベイナイトが主体となり、被削性

10

20

30

40

50

に優れるものの靱性が十分ではない。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の問題点について本発明者らが検討を行った結果、熱間加工後の冷却速度を制御して下部ベイナイト領域まで冷却し、下部ベイナイト領域で保持を行うことにより、鋼材全体を下部ベイナイト組織とすることで靱性に優れたプラスチック成形金型用鋼が得られるとともに、溶体化工程を省略できることを見出した。さらにプラスチック成形金型用鋼中の酸素量および窒素量を重量割合でO:15ppm以下、N:150ppm以下に調整することにより、非金属介在物が大幅に低減し、極めて鏡面性に優れたプラスチック成形金型用鋼が得られるのみならず、また被削性に優れたものにできることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

【0008】その発明の要旨とするところは、

(1) 重量割合で、C:0.01~0.20%、Si:1.0%以下、Mn:0.5~2.5%、Ni:1.5~3.5%、Cu:0.3~2.5%、Al:0.3~1.5%、O:15ppm以下、N:150ppm以下残部Feおよび不可避免的不純物からなる鋼を熱間加工後、1173K以下を0.5K/s以上の冷却速度で下部ベイナイト領域まで冷却して、その領域で1.8Ks以上の保持を行った後、723K~873Kの温度で時効処理を行うことを特徴とする靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

(2) さらに重量割合で、S:0.01~0.30%、Pb:0.3%以下、Bi:0.3%以下、Se:0.3%以下、Te:0.3%以下、Zr:0.005%以下、B:0.01%以下、Ca:0.02%以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)に記載の靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

【0009】(3) さらに重量割合で、Cr:0.05~4.0%、Mo:0.1~1.0%、W:0.5%以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)または(2)に記載の靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法。

(4) さらに重量割合で、V:0.6%、Ti:0.6%、Nb:0.6%以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)~(3)に記載の靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法にある。

【0010】続いて、本発明に関わる靱性、鏡面性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼における化学成分の組成範囲の限定理由について説明する。C:0.01~0.20重量%について、Cは当該発明鋼の焼入性および焼入相の硬さを確保するために必要な元素であり0.01%以上必要である。しかし、多すぎると

溶接性を損なうとともに、基地をマルテンサイト化して被削性を低下させるため上限を0.20%とする。Si:1.0重量%以下について、Siは溶製時の脱酸材として必要不可欠な元素であるが、多すぎると時効硬化後の靱性を低下させるので1.0重量%を上限とする。

【0011】Mn:0.5~2.5重量%について、Mnは脱酸および焼入れ性を確保するために添加するが、その効果を得るために、0.5重量%を下限とする。しかし余りに多量に添加した場合は靱性の低下を招き、また基地のマルテンサイト量が増加して被削性、シボ加工性の低下をもたらすため上限を2.5重量%とする。Ni:1.5~3.5重量%について、Niはベイナイト焼入性を高め、またフェライトの生成を抑制し、時効処理実施時にNi-Al系の金属間化合物を析出させ、硬さを確保するために不可欠であり、プラスチック金型に必要なシボ加工性を向上させるために有効な成分であることから、少なくとも1.5重量%以上は必要である。過剰な添加は熱伝導率を低下させて射出成形サイクルを長くするという問題があり、また被削性も損なうため3.5重量%を上限とする。

【0012】Cu:0.3~2.5重量%について、CuはNi、Alとともに微細析出による析出硬化をもたらすとともに、被削性向上にも有効であるため少なくとも0.3重量%以上は必要である。しかし、過剰な添加は熱間加工性を低下させるとともに、被削性、靱性を低下させるため2.5重量%を上限とする。Al:0.3~1.5重量%について、Alは時効処理実施時にNi-Al系金属間化合物を生成し、所望の硬さを得るために必須であるため、少なくとも0.3重量%以上は必要である。しかし、過剰な添加は熱間加工性、靱性を低下させるとともにOやNと結合して酸化物や窒化物系の非金属介在物を生成して鏡面仕上げ性、被削性に悪影響を及ぼすため1.5重量%を上限とする。

【0013】O、Nの成分限定理由について、本発明に関わる鏡面仕上げ性および被削性に優れたプラスチック成形金型用鋼において、その溶製時、O量について重量割合でO:15ppm以下とすることが必要となる。ここでO量を15ppm以下とするのは、O量がこれよりも増加すると酸化物系介在物が増加し、鏡面仕上げ性および被削性が低下するためである。N量については重量割合でN:150ppm以下とすることが必要となる。ここでN量を150ppm以下とするのは、NはAlと窒化物を形成し、オーステナイト粒を微細化して均一な組織が得られるが、過剰に添加することにより、硬質で粗大な窒化物を形成し、鏡面加工時に容易にその脱落を招くことにより鏡面加工性を低下させるとともに被削性の低下をもたらすためである。

【0014】プラスチック成形金型用鋼として重要な特性である被削性はO、Nを規制することにより達成されるが、さらに重量割合で、S:0.01~0.30%、

Pb: 0.3%以下、Bi: 0.3%以下、Se: 0.3%以下、Te: 0.3%以下、Zr: 0.005%以下、B: 0.01%以下、Ca: 0.02%以下のうちの1種または2種以上が含有されても良い。Sは被削性の向上に有効であり、その効果を示すには0.01%以上が必要である。ただし、Sを多量に添加した場合は粗大な硫化物系介在物を形成し、靱性を損なうとともに孔食の発生や、過度のヒットの発生の原因となるため、0.30重量%を上限とする。また、Pb, Bi, S, e, Te, Zr, BおよびCaも被削性の向上に有効な元素であり、必要に応じて添加しても良い。ただし、過度の添加は熱間加工性を低下させ、また靱性を損なうため、Pb, Bi, SeおよびTeについては0.3重量%、Zrについては0.005重量%、Bについては0.01重量%、Caについては0.02重量%をそれぞれ上限とする。

【0015】Cr, Mo, Wの成分の限定理由について、Cr: 0.05~4.0重量%、Mo: 0.1~1.0重量%、W: 0.5重量%以下とするのは、Cr, Mo, Wは金型の焼入れ性を改善させ、硬さ、靱性を向上させるために有効であるため、これらのうち1種または2種以上の合金成分が含有されても良い。特にCr, Moは耐食性の向上にも有効な成分であるため、その効果を有効にするためにはCrは0.05重量%を下限とし、Moは0.1重量%を下限とする。しかし、あまりに過剰に添加した場合は炭化物を析出させて靱性を低下させるとともに、熱伝導率を低下させてプラスチック射出成形サイクルを長くするという問題があるため、Crは4.0重量%、Moは1.0重量%、Wは0.5重量%を上限とする。

【0016】V, Ti, Nbの成分の限定理由について、V: 0.6%以下、Ti: 0.6%以下、Nb: 0.6%以下とするのは、V, Ti, Nbは結晶粒を微細化して、靱性向上に効果が得られるが、多量の添加は溶体化硬さを必要以上に高くし、逆に靱性を低下させ、また被削性も低下させることとなるため、0.6重量%以下とした。

【0017】本発明における靱性、鏡面仕上げ性および被削性に優れたプラスチック金型用鋼の製造方法は、熱間での圧延もしくは鍛造を行ったのち、1173K以下を0.5K/s以上の冷却速度で下部ベイナイト領域まで冷却して、その領域で1.8Ks以上の保持を行った後、723K~873Kの温度で時効処理を行うことを特徴とする。ここで、熱間加工後、1173K以下を0.5K/s以上で冷却するのは、1173K以下の冷却速度が0.5K/s未満である場合、基底組織がフェライトとパーライトを主体とする組織となり、靱性が低下するためである。

【0018】また、下部ベイナイト領域での保持時間を1.8Ks以上とするのは、下部ベイナイト変態領域が

鋼のCCT曲線におけるベイナイトノーズの下部、すなわちベイナイトノーズの先端より低温側であり、少なくとも1.8Ks以上の保持を行うことにより、十分に鋼材全体を下部ベイナイト組織とすることが可能となるためである。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を以下の実施例に示す。表1に示す化学成分を有するプラスチック成形金型用鋼を通常の溶製方法により溶製し供試材を作製する。ここで発明鋼1~6は、請求項1~4のいずれかに記載された成分を満足するプラスチック成形金型用鋼である。これに対し、比較鋼1はO, Nは請求範囲と異なるが、他は発明鋼1と同等成分である。また、比較鋼2はO, Nは請求範囲と異なるが、他は発明鋼4と同等成分である。

【0020】表1において成分値の“-”の表記は不可避的不純物であることを示す。続いて、表1に示された供試材について、熱間での圧延または鍛造により、所定の形状に成形したのち、表2に示された条件で1173K以下を下部ベイナイト域まで冷却して、所定の温度で保持を行ったのち、773Kの温度で時効処理を行うことによりプリハードンプラスチック成形金型用鋼を製造した。図1は本発明の熱処理パターンを示す図である。また、表1に示された発明鋼2、5について熱間加工後、1173K以下の冷却速度を請求項に記載された冷却速度未満で冷却したものが、表2に示す比較例No. 9、10である。

【0021】さらに比較例No. 11~14は、それぞれ発明鋼1、3、4、6を従来の工程により製造したプリハードンプラスチック成形金型用鋼であり、図2は従来の熱処理パターンの例を示す図である。前記熱処理条件にて処理されたプリハードンプラスチック成形金型用鋼の熱処理後の硬さ、組織、衝撃値、鏡面仕上げ性、被削性、シボ加工性を評価した結果を表2にまとめる。表2において、組織が下部ベイナイト: L. B、上部ベイナイト: U. B、フェライト: α 、およびパーライト: Pとして表記した。なお、衝撃値については2mmUノッチシャルピー試験片に加工し、室温にて評価した。

【0022】鏡面仕上げ性について、今回の供試材においては、鏡面仕上げ性が非常に良好であるもの: ◎、鏡面仕上げ性が良好であるもの: ○、鏡面仕上げ性がやや劣るもの: △、鏡面仕上げ性が劣るもの: ×、とし、評価を行った。被削性については、各供試材についてエンドミル加工性試験を表3に示す条件にて実施した。エンドミル加工性試験は工具折損までの切削長(m)にて評価を行った。シボ加工性については、各供試材について同条件にてシボ加工を実施し、その結果シボむらが発生したものにつき: シボむら有、シボむらが発生しなかったものにつき: シボむら無、として評価を行った。

【0023】

【表1】

7

(5)

特開2001-152246

8

表 1

| 鋼 種 | 合 金 | 化 学 成 分 組 成 | | | | | | | | | | (mass%, O, N(ppm)) | | | | | | | |
|-------|-----|-------------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|----|-----|--|--|
| | | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo | Cu | Al | Ti | V | W | Nb | O | N | | |
| 発明鋼 1 | A | 0.11 | 0.28 | 1.52 | 0.015 | 0.121 | 2.98 | — | 0.11 | 1.05 | 0.94 | — | 0.12 | — | — | 4 | 78 | | |
| 発明鋼 2 | B | 0.13 | 0.34 | 1.65 | 0.013 | 0.140 | 3.10 | 0.21 | — | 1.00 | 1.05 | 0.10 | — | 0.19 | 0.20 | 5 | 93 | | |
| 発明鋼 3 | C | 0.15 | 0.44 | 1.72 | 0.021 | 0.118 | 2.72 | — | 0.15 | 0.98 | 1.12 | 0.13 | — | — | — | 6 | 58 | | |
| 発明鋼 4 | D | 0.07 | 0.28 | 1.56 | 0.020 | 0.141 | 2.45 | 0.20 | 0.11 | 0.74 | 0.70 | — | — | 0.21 | — | 5 | 52 | | |
| 発明鋼 5 | E | 0.05 | 0.28 | 1.35 | 0.023 | 0.130 | 1.80 | 0.51 | 0.21 | 0.83 | 0.85 | — | 0.15 | — | — | 8 | 103 | | |
| 発明鋼 6 | F | 0.06 | 0.40 | 1.68 | 0.020 | 0.114 | 2.21 | — | — | 0.66 | 0.82 | 0.23 | — | 0.11 | 0.13 | 4 | 32 | | |
| 比較鋼 1 | G | 0.11 | 0.28 | 1.52 | 0.015 | 0.121 | 2.88 | — | 0.11 | 1.05 | 0.94 | — | 0.12 | — | — | 32 | 257 | | |
| 比較鋼 2 | H | 0.07 | 0.28 | 1.56 | 0.020 | 0.141 | 2.45 | 0.20 | 0.11 | 0.74 | 0.70 | — | — | 0.21 | — | 28 | 319 | | |

【0024】

* * 【表2】

表 2

| No | 合金 | 1173K以下の冷却速度 (K/s) | 保持時間 (Ks) | 硬 さ (HRC) | 組 織 | 衝撃値 (J/cm ²) | 鏡面性 評価 | 被削性評価 (エンドミル加工性) | シボ加工 性 評価 | 備考 |
|----|----|-----------------------|--------------|--------------|---------------------|-----------------------------|-----------|---------------------|-----------------|------------------|
| 1 | A | 1.5 | 2.16 | 41 | L.B | 25 | ◎ | 5.0m | シボむら無 | 本 発 明 例 |
| 2 | B | 5.0 | 3.60 | 42 | L.B | 24 | ◎ | 5.1m | | |
| 3 | C | 0.8 | 4.32 | 42 | L.B | 24 | ◎ | 4.6m | | |
| 4 | D | 1.8 | 2.88 | 32 | L.B | 33 | ◎ | 6.0m | | |
| 5 | E | 2.4 | 1.85 | 31 | L.B | 31 | ○ | 6.2m | | |
| 6 | F | 3.0 | 6.48 | 30 | L.B | 36 | ○ | 5.8m | | |
| 7 | G | 2.4 | 2.16 | 41 | L.B | 23 | × | 3.4m | | |
| 8 | H | 3.9 | 3.60 | 32 | L.B | 28 | × | 3.7m | | |
| 9 | B | 0.01 | 4.32 | 36 | α +P +U.B | 7 | △ | 5.0m | シボむら有 | 比 較 例 |
| 10 | E | 0.01 | 6.48 | 27 | α +P +U.B | 6 | △ | 5.8m | シボむら有 | |
| 11 | A | 従来の工程 | | 41 | U.B | 12 | ◎ | 4.3m | シボむら無 | |
| 12 | C | | | 42 | U.B | 13 | ◎ | 4.3m | | |
| 13 | D | | | 32 | U.B | 17 | ○ | 5.4m | | |
| 14 | F | | | 31 | U.B | 16 | ○ | 6.0m | | |

【0025】

【表3】

表 3

| | |
|----------|----------|
| エンドミル | マル5、2枚刃 |
| 回転数 | 1840rpm |
| 送り速度 | 1.84m/s |
| 切り込み | 1mm |
| 切削速度 | 0.48m/s |
| 1刃当たりの送り | 0.03mm/刃 |
| 加工形態 | 溝加工 |
| 切削油 | なし |

【0026】以上、表2に示す結果より明らかなように、本発明に関わるプラスチック成形金型用鋼の製造方法により製造した本発明例N○1～6は比較例N○9～14に対し、組織を下部ベイナイトに調整することにより、靱性に優れたものであることが明らかとなった。さらに、本発明例N○1～6は比較例N○7、8、9、10に対して、鏡面仕上げ性に優れていることが分かる。比較例N○7、8はO、N量が本発明の成分範囲を著しく越えるものであり、硬質で粗大な非金属介在物が多く鏡面仕上げ性が極めて悪い。また、比較例N○9、10は基地組織がフェライト、パーライトならびに上部ベイナイトの混在する組織であるため鏡面仕上げ性が低下している。

*【0027】また、本発明例N○1～6は比較例N○7、8に対して、エンドミル加工性試験において良好な結果が得られた。比較例N○7、8についてはO、N量が本発明の成分を越えるため被削性が低下しているものである。さらに、本発明例N○1～6は基地組織を下部ベイナイトに調整することによりシボむらが発生せず、シボ加工性が良好であった。比較例N○9、10は基地組織がフェライトとパーライトと上部ベイナイトの混在する組織となっているため、シボむらが発生し、シボ加工性が低下している。

【0028】

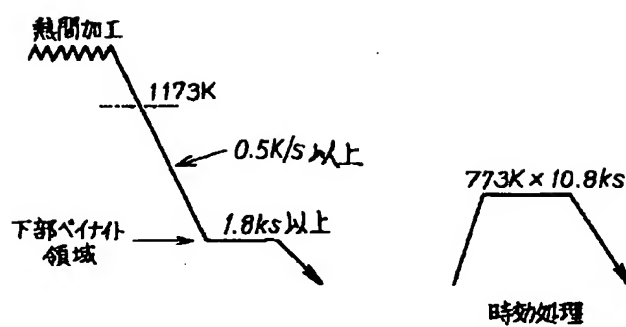
【発明の効果】以上に説明したとおり、本発明は熱間加工後の冷却速度を制御して下部ベイナイト領域まで冷却し、保持を行い、下部ベイナイト生成処理を行うことで、靱性に優れた組織を有するとともに溶体化工程が省略可能となり、かつ、O量について重量%で15ppm以下に調整されたもの、およびN量について重量%で150ppm以下に調整され、非金属介在物の低減を図ることで優れた鏡面仕上げ性を有し、被削性、シボ加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法を提供することにより、製造コストの低減と金型の寿命向上を同時に達成するという極めて有益な効果をもたらすものである。

【図面の簡単な説明】

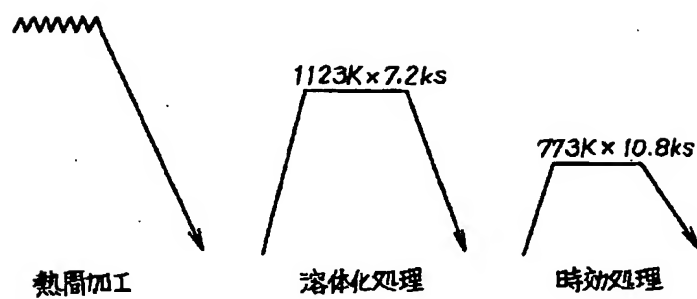
【図1】本発明の熱処理パターンを示す図である。

【図2】従来の熱処理パターンの例を示す図である。

【図1】



【図2】



* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About the manufacture approach of the steel for metal mold which fabricates a plastic part and a plastic, this inventions are steel for metal mold, such as injection molding of plastics, in detail, and they relate to the manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold excellent in the machinability in cutting etc. while they show the property which was further excellent in toughness, mirror plane finishing nature, and crimp workability.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in order to manufacture various components and a product, mirror plane processing and crimp processing are added and the metal mold for a plastic part and plastic shaping is used, until it begins autoparts and results in business machine components, a precision machinery component, an electrical part, optical-instrument components, etc. Moreover, the steel for plastic-molding metal mold which the operating environment of metal mold had made it severe, and was further excellent in toughness also from a viewpoint of the improvement in a mold life in the field of the latest steel for plastic-molding metal mold with compaction of an injection molding cycle is required increasingly.

[0003] On the other hand, it is called for that the front face is very smooth, and transparent plastics, such as an optical lens and medical equipment including a syringe, require mirror plane finishing nature with the advanced steel for metal mold used for the shaping. Furthermore, the machinability which severe conditions, such as facilitation of metal mold manufacture, low-cost-izing by cutting-tool life extension, and high elaboration, were searched for with the ratio rise of a metal mold manufacturing cost in the field of the latest steel for plastic-molding metal mold, and was further excellent in the steel for metal mold is demanded. Moreover, cheaper steel for plastic-molding metal mold is desired for reduction of the ingredient cost occupied to a metal mold manufacturing cost.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is made in view of the above-mentioned technical problem in a Prior art, and aims at offering the manufacture approach of the cheap steel for plastic-molding metal mold excellent in toughness, mirror plane nature, and machinability. In the steel for plastic-molding metal mold of the conventional precipitation-hardening system, since it had the radical ground weave which thinks machinability as important and makes upper bainite a subject, there was a problem of being inferior to toughness. Moreover, hot working of the steel for precipitation-hardening system plastics metal mold is usually carried out, and aging treatment is performed after solution-izing. However, in the above-mentioned heat treatment process, it will heat again after hot working and has become a cost rise.

[0005] For example, in order to attain the improvement in toughness in the steel for plastic molding to JP,7-278737,A, the proposal of adjusting radical ground weave to lower bainite with high toughness is made. Moreover, there is also a proposal of improving crimp workability, by omitting reheating in a heat treatment process to JP,63-162811,A by controlling both generation of martensite as if a manufacturing

cost being reduced, and making it a bainite texture.

[0006] Thus, although above-mentioned JP,7-278737,A obtains the radical ground weave which was excellent in toughness cooling to a lower bainite field after austenite field heating, since maintenance in a lower bainite field is not taken into consideration, lower-bainite-izing of the whole steel materials is not yet enough in the conventional technique. Moreover, in order to perform solution treatment anew after hot working, there is a problem that manufacture costs become high. Moreover, in above-mentioned JP,63-162811,A, after performing 10-40% of hot working by 973-1173K, by holding in the temperature requirement of 723-823K for 1 to 100 hours, while improving crimp workability by controlling martensite-ization and making a base into a bainite texture, aging treatment is attained to coincidence, and reduction of the manufacturing cost by reheating abbreviation is aimed at. However, in order to heat-treat in 723-823K so that it may serve both as bainite-izing and aging treatment of a base, toughness is not enough, although upper bainite serves as a subject and is excellent in machinability.

[0007]

[Means for Solving the Problem] While the steel for plastic-molding metal mold which was excellent in toughness considering the whole steel materials as a lower bainite organization by controlling the cooling rate after hot working, cooling to a lower bainite field as a result of this invention persons' examining the above-mentioned trouble, and holding in a lower bainite field was obtained, it found out that a solution chemically-modified degree was omissible. It comes to complete a header and this invention for the steel for plastic-molding metal mold which nonmetallic inclusion decreased sharply and was extremely excellent in mirror plane nature is not only obtaining, but being made to the thing excellent in machinability by furthermore adjusting the amount of oxygen and nitrogen volume in the steel for plastic-molding metal mold to O:15 ppm or less and N:150 ppm or less at a weight rate.

[0008] The place made into the summary of the invention is (1) weight rate. C:0.01 - 0.20%, Si: Less than [1.0%], Mn:0.5-2.5%, nickel:1.5-3.5%, Cu: 0.3-2.5%, aluminum:0.3-1.5%, O:15 ppm or less, Cool the steel which consists of the N:150 ppm or less remainder Fe and an unescapable impurity after hot working, and 1173K or less are cooled to a lower bainite field with the cooling rate of 0.5 or more K/s. The manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold of having excelled in the toughness, mirror plane nature, and machinability which are characterized by performing aging treatment at the temperature of 723K-873K after performing maintenance of 1.8 or more Kses in the field.

(2) The manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold of having excelled in toughness, mirror plane nature, and machinability given in the above (1) characterized by containing one sort in less than [calcium:0.02%, or two sorts or more S:0.01 to 0.30% less than / Pb:0.3% / , less than / Bi:0.3% / , less than / Se:0.3% / , less than / Te:0.3% / , less than / Zr:0.005% / , and B:0.01% or less at a weight rate further.

[0009] (3) The manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold of having excelled in toughness, mirror plane nature, and machinability the above (1) characterized by containing 1 of Cr:0.05-4.0%, Mo:0.1-1.0%, and W:0.5% or less of sorts, and two sorts or more at a weight rate, or given in (2) further.

(4) It is in the manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold excellent in toughness, mirror plane nature, and machinability given in Nb:above-mentioned [which is characterized by containing two of one sort or 0.6% or less of sorts or more] (1) - (3) V:0.6% and Ti:0.6% at a weight rate further.

[0010] Then, the reason for limitation of the presentation range of the chemical entity in the steel for plastic-molding metal mold excellent in the toughness, mirror plane nature, and machinability in connection with this invention is explained. About C:0.01 - 0.20 % of the weight, C is an element required in order to secure the hardenability of the invention steel concerned, and the hardness of a hardening phase, and is required 0.01% or more. However, if many [too], while spoiling weldability, an upper limit is made into 0.20%, in order to martensite-ize a base and to reduce machinability. Si: About less than [1.0 % of the weight], although Si is an indispensable element as deoxidation material at the time of an ingot, since the toughness after an age-hardening will be reduced if many [too], it

makes 1.0 % of the weight an upper limit.

[0011] Mn: About 0.5-2.5 % of the weight, in order that Mn may secure deoxidation and hardenability, it adds, but in order to acquire the effectiveness, let 0.5 % of the weight be a minimum. However, an upper limit is made into 2.5 % of the weight, in order to cause the fall of toughness, and for the amount of martensite of a base to increase and to bring about the fall of machinability and crimp workability, when it adds so much to remainder. nickel: About 1.5-3.5 % of the weight, nickel is indispensable in order to raise bainite-hardening nature, and to control generation of a ferrite, to deposit the intermetallic compound of a nickel-aluminum system at the time of aging treatment implementation and to secure hardness, and since it is an effective component in order to raise crimp workability required for plastics metal mold, at least 1.5 % of the weight or more is required. Since superfluous addition reduces thermal conductivity, and has the problem of lengthening an injection molding cycle and also spoils machinability, it makes 3.5 % of the weight an upper limit.

[0012] Cu: While Cu brings about precipitation hardening by detailed deposit with nickel and aluminum about 0.3-2.5 % of the weight, since it is effective also in the improvement in machinability, at least 0.3 % of the weight or more is required. However, in order to reduce machinability and toughness, superfluous addition makes 2.5 % of the weight an upper limit, while reducing hot-working nature. aluminum: Since aluminum is indispensable about 0.3-1.5 % of the weight in order to generate a nickel-aluminum system intermetallic compound at the time of aging treatment implementation and to obtain desired hardness, at least 0.3 % of the weight or more is required. However, in order that superfluous addition may combine with O or N, may generate an oxide and the nonmetallic inclusion of a nitride system and may have a bad influence on mirror plane finishing nature and machinability while it reduces hot-working nature and toughness, it makes 1.5 % of the weight an upper limit.

[0013] In the plastic-molding metal mold molten steel which was excellent in the mirror plane finishing nature and machinability in connection with this invention about the reason for component limitation of O and N, it is necessary at the time of the ingot to be referred to as O:15 ppm or less at a weight rate about the amount of O. The amount of O is set to 15 ppm or less here for oxide system inclusion increasing, if the amount of O increases from this, and mirror plane finishing nature and machinability falling. About the amount of N, it is necessary to be referred to as N:150 ppm or less at a weight rate. Although N forms aluminum and a nitride, makes an austenite grain detailed and a uniform organization is obtained, the amount of N is set to 150 ppm or less for bringing about the fall of machinability by adding superfluously here, while reducing mirror plane workability by forming a big and rough nitride by hard, and causing the omission easily at the time of mirror plane processing.

[0014] Although the machinability which is a property important as steel for plastic-molding metal mold is attained by regulating O and N, it is a weight rate further and one sort in less than [calcium:0.02%] or two sorts or more may contain it S:0.01 to 0.30% less than [Pb:0.3%], less than [Bi:0.3%], less than [Se:0.3%], less than [Te:0.3%], less than [Zr:0.005%], and B:0.01% or less. S is effective in improvement in machinability, and is required to show the effectiveness. [0.01% or more of] However, since it becomes the cause of generating of pitting, and generating of too much pit while forming big and rough sulfide system inclusion and spoiling toughness when S is added so much, let 0.30 % of the weight be an upper limit. Moreover, Pb, Bi, Se, Te, Zr, B, and calcium are also elements effective in improvement in machinability, and may be added if needed. However, in order that too much addition may reduce hot-working nature and may spoil toughness, it makes [Te / Pb, Bi, Se, and / Zr / B] 0.02 % of the weight an upper limit about calcium 0.01% of the weight 0.005% of the weight 0.3% of the weight, respectively.

[0015] Since it is effective in order that Cr, Mo, and W may make the hardenability of metal mold improve and considering as Cr:0.05-4.0 % of the weight, Mo:0.1-1.0 % of the weight, and W:0.5 % of the weight or less may raise hardness and toughness about the reason for limitation of the component of Cr, Mo, and W, one sort or two sorts or more of alloy contents may contain among these. Since especially Cr and Mo are a component effective also in corrosion resistance improvement, in order to confirm the effectiveness, Cr makes 0.05 % of the weight a minimum, and Mo makes 0.1 % of the weight a minimum. However, since there is a problem of reducing the heat conductivity and lengthening

a plastics injection molding cycle while depositing carbide and reducing toughness, when it adds too much superfluously, 4.0% of the weight, Mo makes 0.5 % of the weight, and Cr makes W an upper limit 1.0% of the weight.

[0016] Although, as for V, Ti, and Nb, considering as less than [Ti:0.6%] and less than [Nb:0.6%] V:0.6% or less made crystal grain detailed and effectiveness was acquired about the reason for limitation of the component of V, Ti, and Nb by the improvement in toughness, in order that a lot of addition might make solution-ized hardness high beyond the need, and might reduce toughness conversely and might also make machinability fall, it could be 0.6 or less % of the weight.

900C-
450-
600C
[0017] After the manufacture approach of the steel for plastics metal mold excellent in the toughness in this invention, mirror plane finishing nature, and machinability performs rolling or forging between heat, cools 1173K or less to a lower bainite field with the cooling rate of 0.5 or more K/s and performs maintenance of 1.8 or more Kses in the field, it is characterized by performing aging treatment at the temperature of 723K-873K. Here, 1173K or less are cooled by 0.5 or more K/s after hot working for becoming the organization where radical ground weave makes a ferrite and a pearlite a subject, and toughness falling, when 1173K or less cooling rate is less than 0.5 K/s.

[0018] moreover, bainite [in / set / to 1.8 or more Kses / the holding time in a lower bainite field / in a lower bainite transformation field / the CCT diagram of steel] -- the lower part of a nose, i.e., bainite, -- it is because it becomes possible from the tip of a nose to fully consider the whole steel materials as a lower bainite organization by being a low temperature side and performing maintenance of at least 1.8 or more Kses.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is shown in the following examples. The steel for plastic-molding metal mold which has the chemical entity shown in Table 1 is ingoted by the usual ingot approach, and a test specimen is produced. The invention steel 1-6 is steel for plastic-molding metal mold with which are satisfied of the component indicated by either of claims 1-4 here. On the other hand, although the comparison steel 1 differs from O and N differs from a generic claim, others are the invention steel 1 and an equivalent component. Moreover, although the comparison steel 2 differs from O and N differs from a generic claim, others are the invention steel 4 and an equivalent component.

[0020] In Table 1, it is shown that the notation of "-" of a component value is an unescapable impurity. Then, after cooling 1173K or less to the lower bainite region on the conditions shown in Table 2 after fabricating in a predetermined configuration and holding at predetermined temperature with rolling or forging between heat about the test specimen shown in Table 1, the steel for PURIHA boss plastic-molding metal mold was manufactured by performing aging treatment at the temperature of 773K.

Drawing 1 is drawing showing the heat treatment pattern of this invention. Moreover, it is the example 9 and No 10 of a comparison which what cooled 1173K or less cooling rate under with the cooling rate indicated by the claim after hot working shows in Table 2 about the invention steel 2 and 5 shown in Table 1.

[0021] Furthermore, the examples 11-No 14 of a comparison are the steel for PURIHA boss plastic-molding metal mold which manufactured the invention steel 1, 3, 4, and 6 according to the conventional process, respectively, and drawing 2 is drawing showing the example of the conventional heat treatment pattern. The result of having evaluated the temper of the steel for PURIHA boss plastic-molding metal mold processed on said heat treatment conditions, an organization, an impact resistance value, mirror plane finishing nature, machinability, and crimp workability is summarized in Table 2. In Table 2, the organization wrote as lower bainite:L.B, upper bainite:U.B, ferrite:alpha, and pearlite:P. In addition, it was processed into the piece of 2mmU notch Charpy test about the impact resistance value, and the room temperature estimated.

[0022] About mirror plane finishing nature, thing:O with very good mirror plane finishing nature and mirror plane finishing nature evaluated in this test specimen by considering as good thing:O, thing:** which is a little inferior in mirror plane finishing nature, and thing:x which is inferior in mirror plane finishing nature. About machinability, it carried out on the conditions which show an end mill

workability test in Table 3 about each test specimen. The end mill workability test evaluated by the length of cut (m) to tool breakage. About crimp workability, it evaluated by taking lessons from what carried out crimp processing on these conditions about each test specimen, and took lessons from what crimp unevenness generated as a result, and :crimp ***** and crimp unevenness did not generate, and considering as nothing [:crimp unevenness].

[0023]

[Table 1]

表 1

| 鋼種 | 合金 | 化学成分組成 | | | | | | | | | | | (mass%, O, N(ppm)) | | | | |
|-------|----|--------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--------------------|------|------|----|-----|
| | | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo | Cu | Al | Ti | V | W | Nb | O | N |
| 発明鋼 1 | A | 0.11 | 0.29 | 1.52 | 0.015 | 0.121 | 2.98 | — | 0.11 | 1.05 | 0.94 | — | 0.12 | — | — | 4 | 78 |
| 発明鋼 2 | B | 0.13 | 0.34 | 1.65 | 0.013 | 0.140 | 3.10 | 0.21 | — | 1.00 | 1.05 | 0.10 | — | 0.19 | 0.20 | 5 | 93 |
| 発明鋼 3 | C | 0.15 | 0.44 | 1.72 | 0.021 | 0.118 | 2.72 | — | 0.15 | 0.98 | 1.12 | 0.13 | — | — | — | 6 | 58 |
| 発明鋼 4 | D | 0.07 | 0.29 | 1.56 | 0.020 | 0.141 | 2.45 | 0.20 | 0.11 | 0.74 | 0.70 | — | — | 0.21 | — | 5 | 52 |
| 発明鋼 5 | E | 0.05 | 0.28 | 1.35 | 0.023 | 0.130 | 1.80 | 0.51 | 0.21 | 0.83 | 0.85 | — | 0.15 | — | — | 8 | 103 |
| 発明鋼 6 | F | 0.06 | 0.40 | 1.68 | 0.020 | 0.114 | 2.21 | — | — | 0.66 | 0.82 | 0.23 | — | 0.11 | 0.13 | 4 | 32 |
| 比較鋼 1 | G | 0.11 | 0.29 | 1.52 | 0.015 | 0.121 | 2.98 | — | 0.11 | 1.05 | 0.94 | — | 0.12 | — | — | 32 | 257 |
| 比較鋼 2 | H | 0.07 | 0.29 | 1.56 | 0.020 | 0.141 | 2.45 | 0.20 | 0.11 | 0.74 | 0.70 | — | — | 0.21 | — | 28 | 319 |

[0024]

[Table 2]

表 2

| No | 合金 | 1173K以下の冷却速度 (K/s) | 保持時間 (Ks) | 硬 さ (HRC) | 組 織 | 衝撃値 (J/cm ²) | 鏡面 性 評価 | 被削性評価 (エンドミル加工性) | シボ加工 性 評価 | 備考 |
|----|----|-----------------------|--------------|--------------|---------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|-----------------|------------------|
| 1 | A | 1.5 | 2.16 | 41 | L.B | 25 | ◎ | 5.0m | シボむら無 | 本 発 明 例 |
| 2 | B | 5.0 | 3.60 | 42 | L.B | 24 | ◎ | 5.1m | | |
| 3 | C | 0.8 | 4.32 | 42 | L.B | 24 | ◎ | 4.6m | | |
| 4 | D | 1.8 | 2.88 | 32 | L.B | 33 | ◎ | 6.0m | | |
| 5 | E | 2.4 | 1.85 | 31 | L.B | 31 | ○ | 6.2m | | |
| 6 | F | 3.0 | 6.48 | 30 | L.B | 36 | ○ | 5.8m | | |
| 7 | G | 2.4 | 2.16 | 41 | L.B | 23 | × | 3.4m | | |
| 8 | H | 3.9 | 3.60 | 32 | L.B | 28 | × | 3.7m | | |
| 9 | B | 0.01 | 4.32 | 36 | α +P +U.B | 7 | △ | 5.0m | シボむら有 | 比 較 例 |
| 10 | E | 0.01 | 6.48 | 27 | α +P +U.B | 6 | △ | 5.8m | シボむら有 | |
| 11 | A | 従来の工程 | | 41 | U.B | 12 | ◎ | 4.3m | シボむら無 | |
| 12 | C | | | 42 | U.B | 13 | ◎ | 4.3m | | |
| 13 | D | | | 32 | U.B | 17 | ○ | 5.4m | | |
| 14 | F | | | 31 | U.B | 16 | ○ | 6.0m | | |

[0025]

[Table 3]

表 3

| | |
|----------|----------|
| エンドミル | マル5、2枚刃 |
| 回転数 | 1840rpm |
| 送り速度 | 1.84m/s |
| 切り込み | 1mm |
| 切削速度 | 0.48m/s |
| 1刃当たりの送り | 0.03mm/刃 |
| 加工形態 | 溝加工 |
| 切削油 | なし |

[0026] As mentioned above, the examples 1-No 6 of this invention manufactured by the manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold in connection with this invention became clear [excelling in toughness] by adjusting an organization to lower bainite to the examples 9-No 14 of a comparison so that more clearly than the result shown in Table 2. Furthermore, it turns out that the examples 1-No 6 of this invention are excellent in mirror plane finishing nature to the example 7, 8, 9, and No 10 of a comparison. The example 7 and No 8 of a comparison and the amount of N cross the component range of this invention remarkably, and mirror plane finishing nature is [there is much big and rough nonmetallic inclusion, and] very bad hard. Moreover, since the radical ground weave of the example 9 and No 10 of a comparison is an organization where a ferrite, a pearlite, and upper bainite are

intermingled, mirror plane finishing nature is falling.

[0027] Moreover, the good result was obtained [in / to the example 7 and No 8 of a comparison / in the examples 1-No 6 of this invention / the end mill workability test]. In order that O and the amount of N may exceed the component of this invention about the example 7 and No 8 of a comparison, machinability is falling. Furthermore, by adjusting radical ground weave to lower bainite, crimp unevenness did not occur but the examples 1-No 6 of this invention had good crimp workability. Since, as for the example 9 and No 10 of a comparison, radical ground weave is a ferrite, a pearlite, and the organization where upper bainite is intermingled, crimp unevenness occurs and crimp workability is falling.

[0028]

[Effect of the Invention] It is holding by this invention's controlling the cooling rate after hot working, and cooling it to a lower bainite field, and performing lower bainite generation processing as explained above. A solution chemically-modified degree becomes omissible., while having the organization excellent in toughness It is adjusted to 150 ppm or less by weight % about the thing adjusted to 15 ppm or less by weight % about the amount of O, and the amount of N. It has the mirror plane finishing nature excellent in aiming at reduction of nonmetallic inclusion, and the very useful effectiveness of attaining the improvement in a life of reduction of a manufacturing cost and metal mold to coincidence is brought about by offering the manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold excellent in machinability and crimp workability.

[Translation done.]